

Pestis (*Yersinia pestis*) - as biological weapons

Dżuma (*Yersinia pestis*) - jako broń biologiczna

Piotr Daniszewski

Department of Invertebrate Zoology and Limnology, Faculty of Biology, University of Szczecin,
13 Wąska Street, 71-415 Szczecin, Poland

E-mail address: daniszewski73@gmail.com

*„Granica między terroryzmem, a wojną wciąż będzie się zacierać.
W konsekwencji zapobieganie i przeciwdziałanie terroryzmowi
stanie się o wiele ważniejsze w dziedzinie bezpieczeństwa i polityki obronnej.
Siły zbrojne będą musiały przystosować się do nowych okoliczności.
Zwiększy się więc rola, jaką w zwalczaniu terroryzmu odegrają
dowódcy operacji specjalnych i siły, które im podlegają.
Priorytetem stanie się tworzenie specjalistycznych jednostek i
prowadzenie badań nad neutralizowaniem broni chemicznej i biologicznej.”*

Francois Heisbourg [24]

ABSTRACT

Yersinia pestis (formerly *Pasteurella pestis*) is a type of bacterium. It is believed to have been responsible for plagues of the early 1300s. More accurately, it is a Gram-negative rod-shaped coccobacillus. It is a facultative anaerobe that can infect humans and other animals. Human *Y. pestis* infection takes three main forms: pneumonic, septicemic, and bubonic plagues. All three forms are widely believed to have been responsible for a number of high-mortality epidemics throughout human history, including the Justinianic Plague of the sixth century and the Black Death that accounted for the death of at least one-third of the European population between 1347 and 1353. It has now been shown conclusively that these plagues originated in rodent populations in China. More recently, *Y. pestis* has gained attention as a possible biological warfare agent and the CDC has classified it as a category A pathogen requiring preparation for a possible terrorist attack. Every year, thousands of cases of plague are still reported to the World Health Organization, although, with proper treatment, the prognosis for victims is now much better. A five- to six-fold increase in cases occurred in Asia during the time of the Vietnam war, possibly due to the disruption of ecosystems and closer proximity between people and animals. Plague also has a detrimental effect on non-human mammals. In the United States of America, animals such as the black-tailed prairie dog and the endangered black-footed ferret are under threat from the disease.

Keywords: terrorism; bioterrorism; biological threats; pestis (*Yersinia pestis*)

STRESZCZENIE

Dżuma (*Pestis*) jest ostrą bakteryjną chorobą zakaźną gryzoni i (rzadziej) innych drobnych ssaków, a także człowieka (ryc. 1). Czynnikiem wywołującym dżumę jest niewytwarzająca

zarodników bakteria *Yersinia pestis*. Bakteria jest wrażliwa jedynie na ciepło, promieniowanie UV i środki dezynfekcyjne. *Yersinia pestis* może wywoływać kilka postaci klinicznych: dymieniczą, posocznicową (septyczną), oraz płucną (pierwotną i wtórną). Dżuma (czarna śmierć, mór, zaraza morowa) – ostra bakteryjna choroba zakaźna gryzoni i (rzadziej) innych drobnych ssaków, a także człowieka (zoonoza). Choroba ta wywołana jest infekcją G(-) tlenowych pałeczek z rodziny Enterobacteriaceae nazwanej *Yersinia pestis*. Dżumę wywołuje nieruchoma pałeczka, barwiąca się ujemnie przy wykorzystaniu metody Grama, nieprzetrwalnikująca, *Yersinia pestis*. Bakteria ta posiada zespół genów nazywanych *Yop virulon* wytwarzających szczególne wypustki białkowe na powierzchni komórek bakteryjnych oraz endotoksyny. Dzięki tym wypustkom rozpoznawane są fagocyty zainfekowanego organizmu oraz wprowadzane są do cytoplazmy fagocytów endotoksyny bakteryjne (YopE, YopH i YopT), które blokują fagocytozę. Patogen ten wrażliwy jest na popularne środki dezynfekcyjne (środki chemiczne i wysoką temperaturę). Wykazuje względnie dużą oporność na niskie temperatury. W środowisku przeżywa zwykle od miesiąca do pół roku. Od czasów starożytnych, poprzez średniowiecze, aż do czasów nowożytnych opisano kilkadziesiąt dużych epidemii (najprawdopodobniej) dżumy, zwanej także „czarną śmiercią” (od pojawiających się rozległych zmian martwiczo-zgorzelinowych w skórze, przyjmujących ciemną barwę). Największa z nich przetoczyła się przez kraje europejskie w latach 1348-1352, a kilka lat później zawędrowała do Chin. Ta epidemia w niektórych rejonach zmniejszyła populację nawet o 80 % ludności i spowodowała daleko idące konsekwencje demograficzne, kulturowo-społeczne i polityczne. Symbolem dżumy stał się charakterystyczny ubiór ochronny noszony w XVI–XVIII w. przez lekarzy w czasie epidemii, z maską w kształcie dzioba, gdzie wkładano wonne olejki tłumiące fetor rozkładających się zwłok.

Słowa kluczowe: terroryzm, bioterroryzm, zagrożenia biologiczne; dżuma (*Yersinia pestis*)

1. WPROWADZENIE

Od starożytności aż po wiek XIX stosowanie siły, gwałtu i zastraszania uważano za wyłączną domenę dyktatorskich, despotycznych i tyrańskich form władzy państwowej. Sytuacja zmieniła się jednak, gdy ugrupowania anarchistyczne i rewolucyjne uczyniły ze stosowania przemocy podstawowy element walki politycznej. W historii Europy pojawiła się pierwsza fala terroryzmu. Odtąd zamachy na polityków i wywoływanie zamieszek stały się dla wielu grup politycznych próbą doprowadzenia do sytuacji społecznego wrzenia i dokonania rewolucyjnego przewrotu [1-12,17-25,30-42]. Druga fala terrorystycznych metod sięgania po władzę polityczną miała miejsce w dwudziestoleciu międzywojennym XX wieku, kiedy to na arenie dziejowej pojawiły się ruchy totalitarne [1-12,15-29,33-40]. Po raz trzeci terroryzm jako metoda walki z porządkiem państwowym wzmógł się w drugiej połowie lat sześćdziesiątych naszego wieku poczynając od lewackiego ekstremizmu, a skończywszy na terroryzmie islamskich fundamentalistów oraz pojawieniu się nowych jego odmian w postaci ekoterroryzmu czy terroryzmu stosowanego przez sekty religijne [1-10,12-28,30-42]. Broń biologiczna jest rodzajem broni masowego rażenia, w której ładunkiem bojowym są mikroorganizmy patogenne (np. laseczki wąglika), wirusy (np. wirus ospy prawdziwej) lub toksyny pochodzenia biologicznego (np. botulina, rycyna) [1-13,26-29,36-42]. Broń biologiczna charakteryzuje się stosunkowo niewielkimi kosztami produkcji (stąd bywa nazywana bronią masowego rażenia ubogich), dużą skutecznością, słabą wykrywalnością w początkowym etapie ataku oraz możliwością preparowania w szczególnie sposób (np. przez modyfikacje genetyczne), aby zwiększyć śmiertelność lub zdolność do przetrwania w środowisku [1-17,21-23,29-42].

2. CHARAKTERYSTYKA DŻUMY (*YERSINIA PESTIS*)

Dżuma (*Pestis*) jest ostrą bakteryjną chorobą zakaźną gryzoni i (rzadziej) innych drobnych ssaków, a także człowieka (Rys. 1). Czynnikiem wywołującym dżumę jest niewytwarzająca zarodników bakteria *Yersinia pestis*. Bakteria jest wrażliwa jedynie na ciepło, promieniowanie UV i środki dezynfekcyjne. *Yersinia pestis* może wywoływać kilka postaci klinicznych: dymieniczą, posocznicową (septyczną), oraz płucną (pierwotną i wtórną) [9-17,26-29,34-42]. Objawy dżumy dymienicznej (*pestis bubonica*) pojawiają się w okresie od dwóch dni do tygodnia od ukąszenia. W początkowym okresie, pierwszych 6-8 godzinach, występują objawy nieswoiste, takie jak wysoka gorączka (powyżej 38 °C), poty, dreszcze, rozszerzenie naczyń krwionośnych, ból głowy i znaczne osłabienie [1-17,21-26,29-42]. Później pojawia się powiększenie węzłów chłonnych (nawet do ok. 10 cm), zwłaszcza pachwinowych, rzadziej pachowych, szyjnych lub innych oraz objawy zapalenia naczyń chłonnych. Powiększone węzły chłonne stają się bolesne (czasem wywołując przykurcze kończyny), miękkie (z powodu martwicy o mechanizmie zawału i zmian ropnych w centralnych jego częściach), ich zawartość może ulec opróżnieniu przez samoistne przetoki. Bez leczenia postać dymienicza kończy się śmiercią w 50 % przypadków [1-17,21-23,29-42].

Postać septyczną (*pestis septica*) cechuje, poza objawami nieswoistymi, duża bakteriemia. W tej postaci śmiertelność jest zawsze wysoka, a rwanie bardzo poważne. W postaci płucnej (*pestis pneumonica*) występują objawy ciężkiego, wysiękowego zapalenia płuc, z krwiopluciem, dusznością i sinicą. Rwanie jest znacznie poważniejsze niż w postaci posocznicy, a śmiertelność blisko stuprocentowa [1-17,21-23,29-42].

Bakterie dżumy są zaliczane do „klasycznego” arsenału broni biologicznej. Ich znaczenie wynika z rzadkiego występowania dżumy w krajach rozwiniętych, dość dużej śmiertelności i powszechnej wrażliwości populacji. Ostatnia większa epidemia dżumy miała miejsce w Mandżurii, w latach 1910-1911 (60 tys. zachorowań). W ostatnim pięćdziesięcioleciu na całym świecie odnotowano ok. 1700 nowych przypadków zachorowań rocznie, z tego ok. 2-3 % to dżuma płucna i septyczna [1-17,21-23,29-42].

2. 1. Obecny stan epidemiologiczny

- ostatnia większa epidemia w Mandżurii, w latach 1910-1911 (60 tys. zachorowań),
- w ostatnim pięćdziesięcioleciu na całym świecie jest notowanych ok. 1700 nowych przypadków zachorowań rocznie, z tego ok. 2-3 % to dżuma płucna i pierwotna posocznica [1-5,10,13-17,22,24-31].

2. 2. Patogeneza i główne postacie dżumy

- hamowanie agregacji płytek krwi (czynnik YopM) oraz fagocytozy granulocytów (YopH i E),
- zmiany w węzłach chłonnych,
- ciężkie zapalenie płuc,
- posocznica,
- patogen wywołuje kilka postaci klinicznych: dymieniczą, septyczną, płucną [1-5,10-21,24-38].

Pałeczka dżumy (*Yersinia pestis*) - wywołująca dżumę

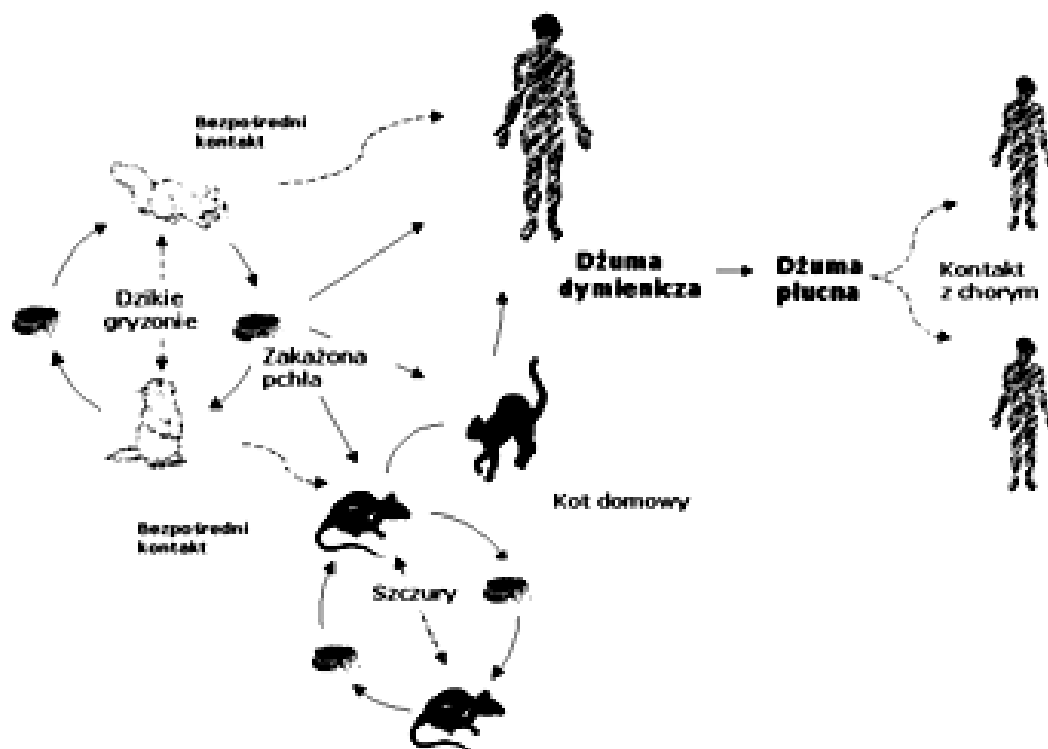
- *Yersinia enterocolitica* - wywołująca jersiniozę
- *Yersinia pseudotuberculosis* - wywołująca rodencjozę [1-17,21-23,29-42].

Pozostałe gatunki:

Yersinia frederiksenii, *Yersinia intermedia*, *Yersinia kristensenii*, *Yersinia bercovieri*, *Yersinia mollaretii*, *Yersinia rohdei*, *Yersinia ruckeri*, *Yersinia aldovae*, *Yersinia aleksiciae* [1-17,21-23,29-42].

2. 3. Objawy i przebieg choroby

- przeważnie człowiek ugryziony przez będącą wektorem pchłę choruje na postać dymieniczną,
- objawy: nagła wysoka gorączka, bole głowy oraz kończyn, a także wymiotami, dreszcze, kaszel z krwio-pluciem, sepsa,
- węzły chłonne pachwinowe i pachowe stają się silnie powiększone, osiągając niekiedy wielkość jaja,
- postać płucna jest łatwa do rozpylenia i charakteryzuje się wysoką zakaźnością i śmiertelnością (ok. 100 %),
- okres inkubacji wynosi około 2-3 dni,
- zachorowanie na dżumę wymaga zastosowania kwarantanny,
- istnieje ryzyko rozsiewania patogenów drogą kropelkową,
- w leczeniu stosuje się antybiotykoterapię oraz objawowe leczenie wspomagające [1-5,10-21,24-42].



Rys. 1. Droga rozprzestrzeniania się dżumy.

2. 4. Rola i zadania Policji i PSP w przypadku bioterroryzmu

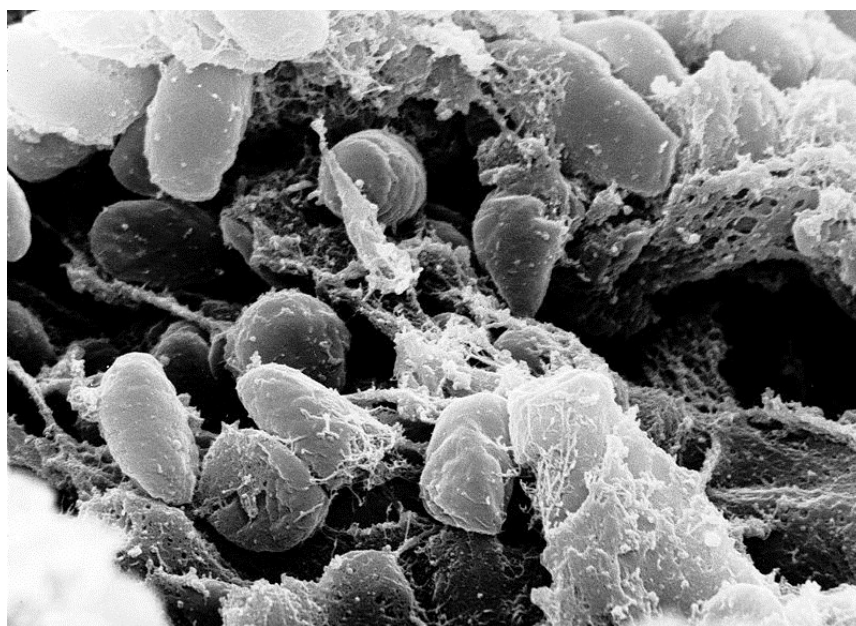
2. 4. 1. Policja

1. Przyjęcie zgłoszenia o wystąpieniu przypadku bioterroryzmu np. podłożony proszek
2. Działania Policji polegają m.in. na:
 - izolacji i ochronie miejsca (obiektów) i terenu

- pilotowaniu pojazdów
- asyście wykonujących zadanie
- kontroli przestrzegania przez ludność wprowadzonych zarządzeń
- ustaleniu miejsca pobytu osób podejrzanych o zakażenie lub z kontaktu (Uwaga: konieczność rozwiązania problemu zgodności z Ustawą o Ochronie Danych Osobowych) [1-17,21-23,29-42].

2. 4. 2. Państwowa Straż Pożarna

1. Przyjęcie zgłoszenia o wystąpieniu przypadku bioterroryzmu np. podłożony proszek
2. Zabezpieczenie materiałów potencjalnie niebezpiecznych wg instrukcji.
Sposoby zabezpieczania ratowników:
 - w przypadku przedmiotów nieuszkodzonych (listów, paczek, innych) stosowanie ochrony osobistej w postaci gogli, rękawiczek lateksowych, maski chroniącej drogi oddechowe
 - w przypadku przedmiotów uszkodzonych (otwartych paczek, listów, innych) – stosowanie pełnej ochrony specjalistycznej (ubrania gazoszczelne)
3. Pakowanie przedmiotów
4. Sposób zdejmowania i dezynfekcji kombinezonów wg instrukcji
5. Zabezpieczenie terenu przed rozprzestrzenianiem się zagrożenia – ograniczenie i dezynfekcja miejsca skażenia. Obszar potencjalnego skażenia określi właściwy terytorialnie Inspektor Sanitarny [1-17,21-23,29-42].



Fotografia 1. *Yersinia pestis* - Źródło: Centrum Zwalczenia i Zapobiegania Chorób Ministerstwa Zdrowia i Usług Społecznych Rządu Federalnego Stanów Zjednoczonych.

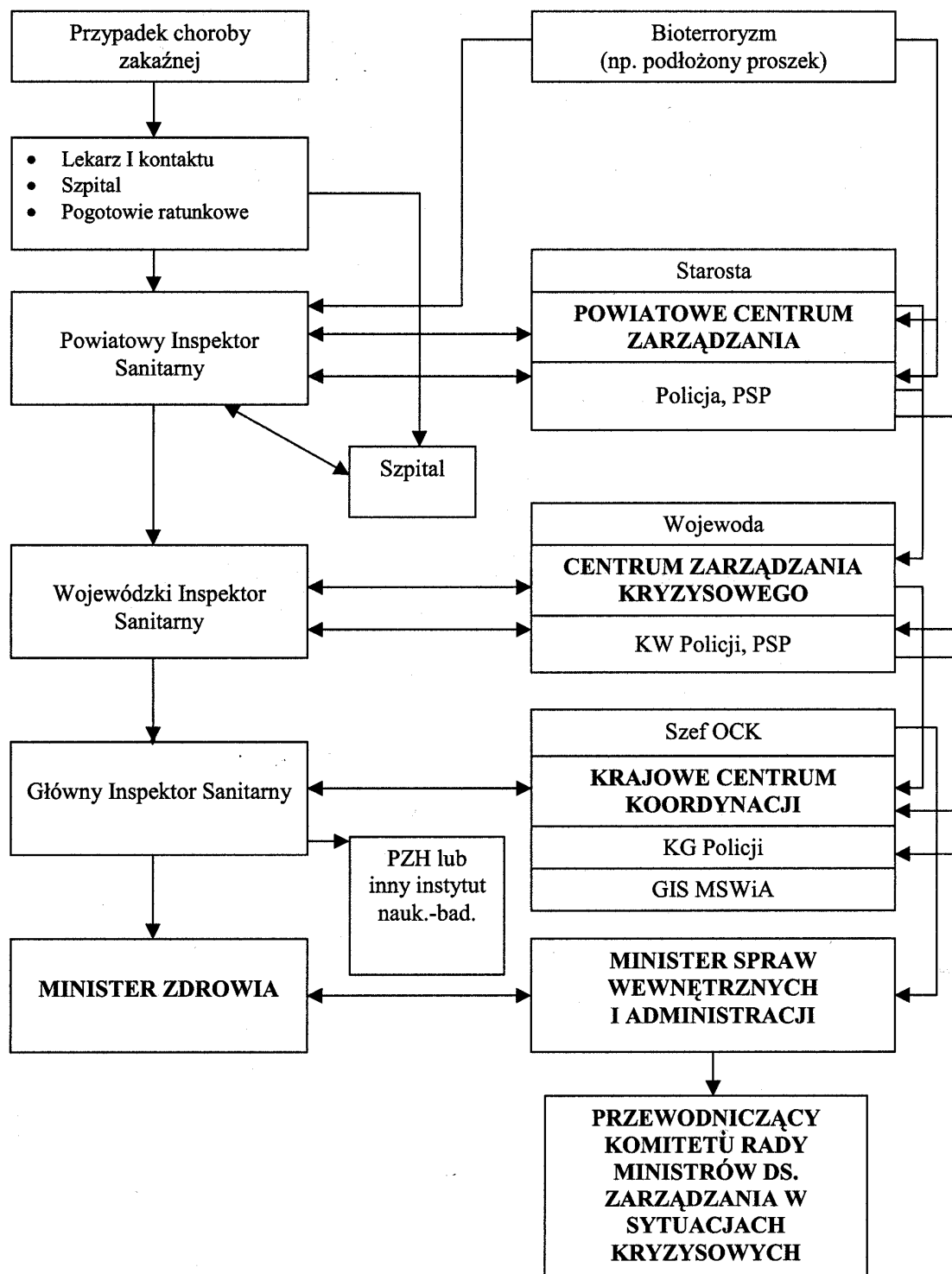


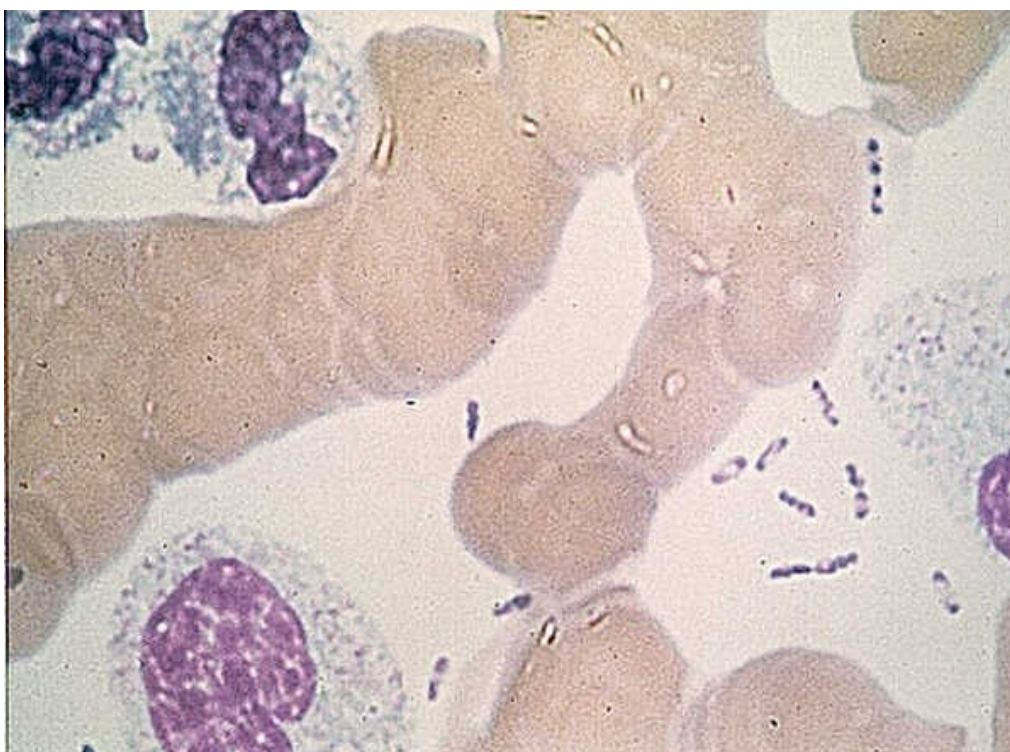
Fotografia 2. Ogolony brzuch wiewiórki - zaczerwieniona skóra ponad węzłami limfatycznymi (jest to typowy obraz dżumy dymienicznej) Źródło: Centrum Zwalczenia i Zapobiegania Chorób Ministerstwa Zdrowia i Usług Społecznych Rządu Federalnego Stanów Zjednoczonych.



Fotografia 3. Palce pacjenta z rozpoznaną dżumą septyczną Źródło: Centrum Zwalczenia i Zapobiegania Chorób Ministerstwa Zdrowia i Usług Społecznych Rządu Federalnego Stanów Zjednoczonych

Schemat powiadamiania i współpracy w przypadku zagrożenia niebezpieczną chorobą zakaźną oraz bioterroryzmem





Fotografia 4. Pałeczki yersinia (na rycinie w kształcie myślników), charakterystycznie wybarwione.
Źródło: Centrum Zwalczania i Zapobiegania Chorób Ministerstwa Zdrowia i Usług Społecznych
Rządu Federalnego Stanów Zjednoczonych.

3. WNIOSKI

1. Dżuma (*Yersinia pestis*) jako broń stanowi jedno z zagrożeń nie tylko dla sił zbrojnych, lecz również dla ludności cywilnej we współczesnym świecie.
2. Wiedza na temat bioterroryzmu (w tym z wykorzystaniem *Yersinia pestis*) wśród społeczeństwa nie tylko w Polsce, ale również na świecie jest niewielka. Bardzo ważnym elementem zapobiegania i skutecznego przeciwdziałania skutkom biologicznych środków rażenia jest posiadanie sprawnego i zintegrowanego systemu nadzoru epidemiologicznego oraz sieci wyspecjalizowanych akredytowanych laboratoriów mikrobiologicznych zdolnych do szybkiej diagnostyki.
3. Bardzo ważną kwestią jest odpowiednie wykształcenie i wyposażenie personelu służb ratowniczych i służby zdrowia działających według opracowanych procedur przez służby odpowiedzialne za bezpieczeństwo co pozwoli właściwie dokonać diagnozy zagrożenia a także podjąć niezbędne działania celem likwidacji ewentualnych zagrożeń.

References

- [1] Alibek K. Biohazard, New York: *Random House*; 1999: 15-28, 29-38, 70-86, 137-52.
- [2] Arciuch H., Stale aktualne zagrożenie węglifik. *Przegl. Epid.* 2001, 55, Supl. 2, 169-179.
- [3] Aslan G., Terzioglu A., Surgical management of cutaneous anthrax. *Ann. Plast. Surg.* 1998, 41, 5, 468-470.
- [4] Bacharz M., Michalczyk-Borawska A., Łuniewski J., Radom P., *Przegl. Epid.* 51(3) (1997) 317-319.
- [5] Barnard N. A., *Ophtalmic. Physiol. Opt.* 10 (1990) 300-301.
- [6] Binczycka-Anholcer M., Imiołek A. 2011. Bioterrorism as a form of modern terrorism. *Hygeia Public Health*, 46(3), 326-333.
- [7] Borio L, Inglesby T, Peters C. J., i in. Hemorrhagic Fever Viruses as Biological Weapons. Medical and Public Health Management. *JAMA*, 2002, 287, 391-405.
- [8] Boudghéne-Stambouli O., Mérad-Boudia A., Aissa-Mamoun A.: Anthrax: an unusual escharotic lesion. *Dermatol. Venereol.* 1999, 126, 718-719.
- [9] Celebi S., Aykan U., Alagoz G., Esmerligil S.: Palpebral anthrax. *Eur. J. Ophtalmol.* 2001, 11, 2, 171-174.
- [10] Cherkasskiy B. L., *J. Appl. Microbiol.* 87 (1999) 192-195.
- [11] Chomiczewski K, Kocik J, Szkoda M. T., *Bioterroryzm. Zasady postępowania lekarskiego*. Warszawa: Wydawnictwo Lekarskie PZWL; 2002: 15-25, 117-22, 128-35, 142-8, 150-8, 163-7, 190-4, 196-9.
- [12] Chomiczewski K., *Przegl. Epidemiol.* 57 (2003) 355-61.
- [13] Croddy E, Perez-Armendariz C, Hart J. *Chemical and Biological Warfare - A Comprehensive*
- [14] Daniszewski P., *International Letters of Social and Humanistic Sciences* 1 (2013) 28-34.
- [15] Daniszewski P., *International Letters of Social and Humanistic Sciences* 3 (2013) 54-68.
- [16] Debord T., Vidal D., Pulmonary anthrax. *Rev. Pneumonol. Clin.* 1998, 54, 377-381.
- [17] Dennis D. T., Inglesby T. V., Henderson D. A., i in. *Tularemia as a Biological Weapon*. *JAMA* 2001; 285: 2763-2773.
- [18] Emond R. T. D., Rowland H. A. K., Welsby P. D., *Atlas chorób zakaźnych*. Springer PWN, Warszawa 1996.
- [19] Franz D. R., Jahrling P. B., Friedlander A. M., i in. Clinical Recognition and Management of Patient Exposed to Biological Warfare Agents. *JAMA* 1997; 278: 399-411.
- [20] Friedlander A. M., *J. Appl. Microbiol.* 2 (1987) 303.
- [21] Furowicz A. J., Boroń-Kaczmarek A., Czernomys-Furowicz D., *Przegl. Epid.* 53 (1999) 3-4, 309-317.

-
- [22] Gewolb J. Bioterrorism: Labs tighten security, regardless of need. *Science* 2001, 16, 294, 1437.
- [23] Guzy J., *Broń biologiczna – charakterystyka i zagrożenia*. Biuletyn Stowarzyszenia Higieny i Lecznictwa 2001: 4.
- [24] Heisbourg F., *Wojny, Prognozy XXI wieku*, Warszawa: Prószyński i S-ka, 1998, s.55.
- [25] Inglesby T. V., Henderson D. A., Bartlett J. G., Ascher M. S., Eitzen E., Friedlander A. M. i wsp., Anthrax as a biological weapon. Medical and public health management. *JAMA* 1999, 281, 1735-1737.
- [26] Inglesby T. V., O'Toole T., Henderson D. A., i in. Anthrax as a Biological Weapon. *JAMA* 2002; 287: 2236-52.
- [27] Inglesby T. V., Dennis D. T., Henderson D. A., i in. Plague as a Biological Weapon. *JAMA* 2000; 283: 2281-90.
- [28] Kalenik J., *Bioterroryzm – zagrożenie XXI wieku*. Centralny Ośrodek Szkolenia Straży Granicznej, Koszalin 2003: 48.
- [29] Kałużewski S., Wąglik W., Magdzik M., Naruszewicz-Lesiuk D. [red.]. Zakażenia i zarażenia człowieka. *Epidemiologia, zapobieganie i zwalczanie*. PZWL, Warszawa 2001, ss. 407–412.
- [30] Kaufmann A. F., Meltzer M. I., Schmid G. P., The Economic Impact of A Bioterroristic Attack: Are Prevention and Postattack Intervention Programs Justifiable? *Emerg Inf Dis* 1997; 3: 83-94.
- [31] Klein L, Merka V., *J Armed Forces Medical Services* 74 (2001) 46-8.
- [32] Kutuluk M.T., Secmeer G., Kanra G., Celiker A., Aksoyek H.: Cutaneous anthrax. *Cutis* 1987, 40, 2, 117-118.
- [33] Langbein K, Skalnik C, Smolek I. Bioterroryzm. Muza, Warszawa 2003: 62.
- [34] Mallon E., McKee P.H.: Extraordinary case report cutaneous anthrax. *Am. J. Dermatopathol.* 1997, 19, 1, 79-82.
- [35] Patra G., Vaissaire J., Weber-Levy M., LeDoujet C., Mock M.: Molecular characterisation of baccillus strains involved in outbreaks of anthrax in France in 1997. *J. Clin. Microbiol.* 1998, 36, 11, 3412-3414.
- [36] Puzanowska B, Czauż-Andrzejuk A., Bioterroryzm. *Przegląd Epidemiologiczny* 2001, 3: 381.
- [37] Samad M. A., Anthrax in man and cattle in Bangladesh. *J. Trop. Med. Hyg.* 1986, 89, 1, 43-45.
- [38] Stojek M. Współczesne zagrożenia bronią biologiczną – bioterroryzm. *Medycyna Ogólna* 2008,
- [39] *Survey for the Concerned Citizen*. New York: Springer – Verlag Inc.; 2002: 67-9, 204-12, 259-60.
- [40] Terziglou A., Aslan G.: Ulnar nerve lesion due to cutaneous anthrax. *Ann. Plast. Surg.* 1999, 43, 6, 644-645.

- [41]Turnbull P.C, Doganay M., Lindeque P.M., Aygen B., McLaughlin J.: Serology and anthrax in humans, livestock and Etosha National Park Wildlife. *Epidemiol. Infect.* 1992, 108, 2, 299-313.
- [42]Wszelaki S.: Wąglik. W: Wszelaki S. [red.]. *Zarys kliniki chorób zakaźnych*. PZWL, Warszawa 1954, ss. 481-485.
- [43]Zgorniak-Nowosielska I,. Ospa prawdziwa jako broń biologiczna – rozpoznawanie, leczenie i aspekty zdrowia publicznego. *Medycyna Praktyczna – Pediaatria* 2001, 6: 59.

(Received 16 August 2013; accepted 21 August 2013)